

Clases optativas en el campus online de secundaria Proyecto piloto: Enfoques contextuales del átomo

Dirk Rohde y Wilfried Sommer

Ambos: Universidad Alanus de Artes y Ciencias Sociales, Departamento de Educación, Alfter, Alemania

RESUMEN. Nuestro objetivo es demostrar cómo un campus de secundaria en línea puede abrir nuevas vías prácticas dentro de la educación Waldorf en respuesta a los retos sociales actuales y a las cuestiones científicas fundamentales. Nos centramos en el ejemplo de un curso optativo híbrido de 11.º curso que hemos desarrollado y probado, y que ofrece enfoques basados en el contexto para comprender el átomo en las asignaturas de física y química. Describimos las experiencias que hemos tenido con el curso y concluimos con algunas consideraciones para su futuro desarrollo.

Palabras clave. Campus de secundaria en línea, enseñanza híbrida, átomo, basado en el contexto, plan de estudios de la escuela Waldorf

Introducción

A principios de 2022, la revista +3 del *Süddeutsche Zeitung* preguntó a sus lectores qué mejoras necesitaban las escuelas. Invitados a esbozar sus visiones, se incluyó el siguiente artículo en el debate en línea del número 84 del 25 de febrero de 2022 (Sommer 2022):

«**Lo mejor para todos**»

La escuela del mañana necesita una nueva Ilustración. Los jóvenes se desarrollan allí aprendiendo a valorar su patrimonio cultural, así como su multifacética conexión con la naturaleza. Tienen el valor de usar su mente de forma dialógica. Se experimentan a sí mismos como un sujeto encarnado que es naturaleza, así como un ser rodeado de naturaleza. Se enfrentan a lo nuevo con una mirada empática y analítica.

Para una nueva Ilustración, la escuela del mañana necesita tiempo para expediciones, diseñadas y dirigidas por profesores excelentes. Las universidades o los think tanks les proporcionan la libertad para desarrollar prototipos pioneros. Despliegan sus nuevas perspectivas una vez a la semana, en directo, pero en línea; después del coronavirus, cuentan con las habilidades necesarias. Los estudiantes se unen según sus intereses, conectándose desde una amplia variedad de escuelas y ciudades. Sus profesores los acompañan mientras trabajan y dan seguimiento a los estímulos compartidos. Las preguntas se reflejan y se retoman la semana siguiente.

¿Por qué todo este esfuerzo? Los adultos del mañana necesitan hoy nuevos contextos a través de los cuales puedan enriquecer y complementar los materiales escolares y de examen probados y comprobados:

¿Cómo se entrelazan la existencia y la vida? ¿Son los átomos los componentes básicos de la naturaleza o elementos de una descripción? ¿Es concebible el realismo pluralista? ¿Cómo es ser humano y qué significa?

Un primer proyecto piloto

La visión aquí esbozada —no es un texto científico, sino una contribución al debate— se formula con contornos nítidos y se presenta con un estilo seguro. Nos hicimos cargo de la visión durante el año escolar 2023/2024 y desarrollamos e implementamos un programa piloto basado en ella. El enfoque temático fue la cuestión de si los átomos son los componentes básicos de la naturaleza o elementos de una descripción. Para el plan de estudios de ciencias de las escuelas Waldorf, esto representa tanto un desafío como una oportunidad.

A continuación, especificaremos la tarea elegida en el contexto del plan de estudios de secundaria superior, presentaremos nuestra primera implementación de un campus online de secundaria superior, discutiremos las experiencias que hemos tenido con él y terminaremos con una visión general de nuestras ideas actuales sobre cómo se puede desarrollar aún más el proyecto.

Tensión curricular en relación con el átomo

Los enfoques fenomenológicos desempeñan un papel central en las clases de ciencias de las escuelas Waldorf. Esto se aplica tanto a los enfoques pedagógicos fenomenológicos de la enseñanza de las materias principales (Rohde 2003; Sommer 2023) como al enfoque fenomenológico en la adquisición de conocimientos científicos (Østergaard, Dahlin y Hugo 2008).

En las escuelas Waldorf alemanas, el átomo es uno de los temas centrales de química y física en el 11.º curso (es posible que ya se haya mencionado como concepto en cursos anteriores). En los últimos años, el plan de estudios de ciencias de las escuelas Waldorf se ha desarrollado y diferenciado aún más a través de numerosas tesis doctorales y proyectos de investigación. Sin embargo, para muchos profesores, el enfoque pedagógico para comprender el átomo sigue siendo insatisfactorio.

Por un lado, existe el enfoque fenomenológico, que domina las clases principales como enfoque no reduccionista y que, por ejemplo, en Austria ha resultado especialmente motivador para los alumnos (Wallner-Paschon 2009; Salchegger, Wallner-Paschon y Bertsch 2021).

Por otro lado, en muchos lugares el átomo se introduce de forma pragmática y breve en la preparación de exámenes y se trata de forma puramente reduccionista. Este enfoque se ha debatido varias veces en los últimos años en las reuniones anuales de profesores de química Waldorf de habla alemana. La experiencia ha demostrado que los alumnos inicialmente encuentran el enfoque abstracto, pero pronto lo aprecian por su poder explicativo.

Estos dos enfoques estaban, y siguen estando, a menudo desconectados. Las propuestas para cerrar esta brecha comenzaron muy pronto. Incluso durante la vida de Steiner, existió la llamada «controversia del atomismo» y el intento de Kolisko de desarrollar una química libre de hipótesis. Rozumek (2012) ofrece una visión general completa de esto. Aunque surgió un puente didáctico para conectar los enfoques fenomenológicos de la electricidad con el átomo a través del electrón (Kühl 2018; Sommer 2020), la tensión se mantuvo en muchos lugares. Simplemente no se disponía del tiempo lectivo necesario para atravesar el puente.

Por lo tanto, hemos intentado resolver la tensión ofreciendo una asignatura optativa en el 11.º curso (Sommer 2025; Rohde 2025). En un proyecto piloto, probamos un formato híbrido de enseñanza-aprendizaje que puede ofrecerse en todas las escuelas en un campus de secundaria superior en línea. Los cursos se diseñaron como una oferta científica y epistemológica centrada en temas comunes de examen. En ellos, el átomo se abordó inicialmente como un elemento de descripción y no directamente como un ejemplo de explicación.

Hubo varias razones detrás de la decisión de ofrecer clases optativas en el 11.º grado, que deben tenerse en cuenta al transferir nuestro proyecto piloto a otros países. En Alemania, los alumnos Waldorf completan la educación secundaria superior con el examen «Abitur» al final del 13.º año. Por lo tanto, tienen un año más que en la mayoría de los demás países. Deben completar tres exigentes exámenes escritos establecidos por el Estado sobre materias que pueden elegir. Tomando como ejemplo la asignatura de biología, se ha demostrado que los alumnos Waldorf superan los retos e es asociados sin ningún problema especial (Rohde 2022). Además, hay exámenes orales internos en otras asignaturas elegidas por los alumnos. Esto significa que los exámenes finales de física y química no son obligatorios. Estas asignaturas tampoco se eligen como asignaturas de examen con frecuencia. E incluso si fuera así, el contenido del 11.º curso, aunque constituye la base para el examen de Abitur, tiene poca relevancia directa para este. Por lo tanto, en Alemania existe una gran libertad en cuanto al contenido de estas dos asignaturas en el 11.º curso.

Las clases optativas tienen la ventaja de que los alumnos cumplen así un requisito del plan de estudios prescrito por la escuela. Esto significa que no asisten a estas clases de forma totalmente voluntaria. Al mismo tiempo, pueden elegir entre varias asignaturas, ninguna de las cuales es obligatoria para los exámenes del Abitur. Esto les permite seguir más de cerca sus inclinaciones personales. En nuestro curso sobre átomos, observamos que los alumnos que se habían matriculado eran básicamente aquellos que estaban interesados en la materia.

A continuación, presentaremos tanto el concepto del curso optativo como nuestras primeras experiencias.

Campus de secundaria en línea

Organización

El curso «Enfoques contextuales del átomo» se impartió durante medio año (dos trimestres) a razón de dos clases dobles por semana. Las clases de física se impartieron durante el primer trimestre bajo la dirección de Wilfried Sommer en la Freie Waldorfschule Kassel. Se retransmitieron a Marburgo, donde fueron supervisadas por un profesor de física. Durante la fase de planificación, se previó la transmisión simultánea a una tercera ubicación. Sin embargo, el profesor supervisor no estuvo disponible con poca antelación.

En el segundo trimestre, los participantes de la Freie Waldorfschule Marburg asistieron a las clases de química en persona bajo la dirección de Dirk Rohde y los participantes de Kassel lo hicieron en línea. En Kassel, fueron supervisados in situ por Wilfried Sommer.

Tanto en Marburgo como en Kassel se utilizaron cámaras con ajustes preprogramados: enfocadas en particular a la pizarra, el rotafolio y la pantalla del aula, pero también a posiciones seleccionadas de las mesas de experimentos. Ambos profesores coordinaron su preparación con los ajustes de la cámara.

Un micrófono de alta calidad garantizó que las aportaciones y preguntas de los participantes se entendieran claramente no solo en el aula, sino también en el lugar de la retransmisión.

Otra cámara se dirigió a los grupos de aprendizaje tanto en Marburgo como en Kassel, de modo que los alumnos de un lugar pudieran hacerse una idea de la situación en el otro.

Estructura de los cursos

A grandes rasgos, los cursos alternaban entre tres fases:

- la presentación de contenidos (clases magistrales del profesor, acompañadas de notas en la pizarra o con referencia a una presentación; experimentos de demostración),
- las fases de debate (respuesta a preguntas; debate y desarrollo de contenidos) y
- las fases de trabajo independiente (hojas de trabajo; redacción del libro de lecciones principales).

Dependiendo del contenido, las fases individuales duraban desde unos minutos hasta media hora. La

mayoría de las veces, se sucedían varios de estos ciclos. La secuencia de las fases no era un concepto rígido y se adaptaba de forma flexible al contenido.

Durante las fases de trabajo independiente, se apagaban los micrófonos en ambos lugares. Esto permitía a los alumnos pedir ayuda directamente al profesor in situ y en un entorno protegido y, en particular, aclarar aspectos que querían comprender mejor en una conversación directa.

Por el contrario, las intervenciones durante las fases de debate eran audibles para todos los participantes. En casos concretos, los profesores in situ tuvieron que recordar a los participantes que articulasen claramente en dirección al micrófono. En numerosos segmentos de debate, los alumnos demostraron su capacidad para referirse directamente a argumentos que solo habían escuchado a través de la retransmisión. En particular, los alumnos de ambos lugares se acostumbraron rápidamente a una sesión de práctica de lenguaje técnico, en forma de una breve secuencia de preguntas y respuestas al comienzo de la clase de física.

La presentación de los contenidos tenía el carácter de una conferencia. Resultó muy útil registrar lo que se presentaba en la pizarra y decidir en clase, en función del contenido, si los alumnos debían tomar notas directamente o solo hacer sus propias notas basándose en las notas de la pizarra durante la fase de trabajo independiente.

Uno de los participantes era inmigrante y, al principio, tenía pocos conocimientos de alemán, pero muy buenos conocimientos de inglés. Tras consultar con ambos grupos de alumnos, se decidió utilizar el inglés como idioma para las presentaciones durante un tiempo, pero los alumnos podían decidir por sí mismos si querían hacer preguntas en alemán o en inglés. La mayoría eligió el inglés.

Las clases en Kassel y Marburgo no se solapaban completamente; los miércoles se disponía de un total de 70 minutos como tiempo común y no de 90 minutos como era habitual. Los viernes, Marburgo solo pudo organizar una clase solapada de la doble clase prevista, por lo que ese día en Kassel, la segunda parte de la doble clase incluía un trabajo individual más largo, que se dejó a los alumnos de Marburgo como tarea.

En general, el objetivo era organizar las fases de trabajo independiente de tal manera que los alumnos tuvieran que hacer pocos o ningún deber, lo que no se pudo realizar plenamente en Marburgo por la razón mencionada anteriormente.

Interconexión con las clases principales

En física, la asignatura optativa requería conocimientos previos tanto de electrostática como de electrodinámica. El contenido se acordó entre Kassel y Marburgo.

Dado que las clases de física de 11.º curso se imparten en bloques en ambas escuelas, los bloques de física tuvieron lugar antes del inicio de las clases optativas.

En química, no fue posible programar las clases principales de química antes del inicio de las clases en bloques para todos los participantes. Para algunos alumnos, algunos contenidos representaban una repetición o un nuevo énfasis, mientras que otros se encontraban con contenidos nuevos. Esto tuvo que tenerse en cuenta a la hora de diseñar los cursos.

Naturalmente, el tema «Enfoques contextuales del átomo» atrajo especialmente a los interesados en las ciencias. Sin embargo, las escuelas Waldorf de Kassel y Marburgo no formularon ningún requisito que estipulara un talento especial o logros especiales como condición para participar. Como resultado, el nivel de rendimiento de los participantes se distribuyó dentro del rango habitual.

En Kassel, los alumnos pudieron mejorar, pero no empeorar, su nota en física gracias a los resultados obtenidos en las clases optativas. El grupo de aprendizaje de Marburgo no fue calificado. Dado que se trataba de un proyecto piloto, que en principio también podía fracasar, esto descartaba cualquier riesgo para los participantes.

Primeras experiencias con el formato híbrido de enseñanza-aprendizaje

Durante la presentación del contenido, los profesores se enfrentaron al reto de vigilar dos grupos de aprendizaje, los «roomies» y los «zoomies» (Heitmann, Michel 2022, p. 24 y ss.). Esto resultó mucho más fácil gracias a un monitor que solo mostraba el grupo de aprendizaje de la otra ubicación a través de un acceso independiente a Zoom; de este modo, los «zoomies» cobraron mayor importancia.

Si se utilizaban hojas de trabajo en las fases de trabajo independiente, coordinadas en detalle con las presentaciones y sus notas en la pizarra, los alumnos podían trabajar de forma autónoma. Los formatos de trabajo libres o abiertos, por ejemplo, redactar el material presentado basándose en sus propias notas, no tuvieron éxito, ya que suponían una exigencia excesiva en términos de contenido y motivación para muchos participantes.

Se valoró especialmente, por ejemplo, que el profesor supervisor de Kassel tomara notas él mismo, en un rotafolio situado a la izquierda de la pantalla en la que se transmitía la conferencia desde Marburgo. De este modo, los alumnos pudieron experimentar cómo redactar una transcripción directamente a partir de una presentación, lo que pone de relieve no solo el contenido, sino también su estructura.

Esta formación, que con el tiempo se fue convirtiendo cada vez más en una anticipación de los cursos universitarios, demostró su utilidad. La mayoría de los estudiantes no tomaron las notas directamente del rotafolio, sino que las utilizaron como apoyo para su propio trabajo en los cuadernos.

El «sesgo de proximidad» típico de los entornos híbridos —preferimos a las personas que están cerca de nosotros (Heitmann, Michel 2022, p. 33 y ss.)— fue así más fácil de manejar, ya que los profesores estaban activos en ambos lugares y se posicionaban con empatía en su respectivo formato de enseñanza-aprendizaje.

La preocupación inicial de que los diferentes conocimientos previos de los alumnos pudieran influir significativamente en el desarrollo de las clases resultó ser en gran medida infundada. En las fases de presentación del formato híbrido de enseñanza-aprendizaje utilizado, incluso los contenidos familiares deben activarse cuidadosamente a nivel cognitivo o vincularse a un ejemplo, ya que algunos de los participantes no tienen la impresión personal directa que permitiría y legitimaría una mayor acción situacional.

Durante las fases de debate, a veces ocurría que los profesores tenían que repetir y aclarar la contribución de un alumno para no perder al grupo de aprendizaje en línea. Esta forma de «eco del profesor» está mal vista en la enseñanza presencial, ya que hace que los alumnos no se escuchen entre sí y no se relacionen entre ellos, sino que solo interactúen con el profesor. Los efectos negativos de la retroalimentación del profesor en las clases presenciales estaban en gran medida ausentes. Sin embargo, en general, se utilizó en raras ocasiones gracias a los buenos micrófonos y a la clara articulación de la mayoría de los alumnos.

Elisabeth Feigl (2022, p. 176) sugiere utilizar el modelo SAMR para reflexionar sobre si «lo digital no se utiliza de forma aditiva, sino integradora». «De este modo, se puede reconocer si los medios analógicos pueden ser simplemente sustituidos por medios digitales (sustitución - S), si se puede lograr una expansión funcional moderada (aumento - A) o si se puede alcanzar el objetivo real: que se puedan lograr niveles de modificación (M) y redefinición (R)».

Como se ha explicado anteriormente, tenemos la impresión de que se añade una modificación específica y útil a la sustitución de los «Zoomies» cuando el profesor supervisor escribe sus notas en el rotafolio junto a la pantalla y/o ayuda de otro modo a su grupo de aprendizaje. Dado que el contenido de aprendizaje también se transmite de dos maneras a través del doble apoyo de ambos grupos de aprendizaje (simultáneamente digital y analógico por parte de un profesor en cada caso), también se puede denominar aumento en cierta medida, ya que esto aumenta las oportunidades de comprensión de los alumnos.

A diferencia de Axel Krommer y Philippe Wampfler (2021, p. 8 y ss.), tampoco partimos de la pregunta fundamental de cómo deben estructurarse el aprendizaje y la enseñanza en una cultura de la digitalidad. El formato híbrido de enseñanza-aprendizaje que hemos probado está pensado como una herramienta, mientras que Krommer y Wampfler sostienen que «los medios no son herramientas, sino que dan forma a las percepciones, las comunidades y la acción social» y, por lo tanto, «la cuestión del valor añadido no puede

plantearse de manera significativa»: «Quienes se preguntan qué mejoran los medios digitales parten de la comprensión del aprendizaje y el conocimiento de la cultura de la imprenta y no comparan culturas, sino herramientas».

Nuestras explicaciones posteriores dejarán claro que queremos desarrollar el formato de enseñanza-aprendizaje descrito como una herramienta para el aprendizaje global.

Decisiones curriculares

Acerca del leitmotiv

La pregunta de si los átomos son bloques de construcción de la naturaleza o elementos de una descripción no puede responderse con un sí o un no. Se trata de una cuestión fundamental de la filosofía natural en la que los conceptos de sustancia, causalidad e interacción desempeñan un papel central. Kant los consideraba «conceptos a priori» fundamentales y, siguiendo a Aristóteles, se refería a ellos como «categorías» (Willaschek 2024, p. 303). Este aspecto por sí solo trasciende rápidamente las dimensiones de la enseñanza y el aprendizaje escolares.

La pregunta de qué es la materia también está directamente relacionada con el átomo. Otra cuestión importante es hasta qué punto el concepto de átomo está vinculado a la comprensión del ser humano como individuo. Y, por último, pero no por ello menos importante, el papel de los modelos en las ciencias naturales desempeña un papel central. Todos estos temas son extremadamente complejos y solo algunos aspectos pueden tratarse adecuadamente en un curso optativo.

En consecuencia, elegimos el título «Enfoques contextuales del átomo». Partimos de contextos que, tras nuestra deconstrucción y reconstrucción didácticas, consideramos adecuados para tratar cuestiones de filosofía natural con los alumnos. Nuestros esfuerzos didácticos se centraron en integrar posiciones reduccionistas sobre el átomo en contextos que no son puramente reduccionistas.

Con este enfoque, esperamos contribuir al debate sobre lo que actualmente se denomina una «nueva Ilustración». Esta demanda también representa una cuestión tan amplia que solo queremos mencionarla aquí como marco para nuestras propias motivaciones, pero no como programa científico para nuestro propio trabajo.

Aspectos físicos

El curso de instrucción en la materia de física se expone en una publicación separada (Sommer 2025) y no se detallará aquí.

En resumen: los cursos comenzaron con contextos mecánicos, luego abordaron contextos electrostáticos (estados de campo como estados de forma del espacio sin materia, cargas como anclajes de estos estados de forma a la materia) y luego tendieron un puente hacia contextos electrodinámicos. El resultado final fue el electrón localizado como objeto en contextos electrostáticos y electrodinámicos.

Las descripciones de los contextos individuales se basaron en fenómenos físicos concretos, que se desarrollaron en series de experimentos siempre que fue posible. El objetivo era entonces iluminarlos a través del pensamiento, desde diferentes direcciones. De esta manera, los alumnos fueron cada vez más capaces de combinar la visión concreta de los fenómenos físicos con formas simbólicas.

En este proceso de aprendizaje, rápidamente quedó claro hasta qué punto de formalización los participantes eran capaces de expresar formas simbólicas y qué nivel matemático era alcanzable.

Al final, obtuvimos formulaciones lingüísticamente condensadas, dos de las cuales se reproducen aquí como ejemplos para ilustrar el carácter del enfoque descriptivo que elegimos.

- El concepto del átomo integra los posibles procesos de interacción con el entorno en un enfoque de descripción local, que se sitúa en un contexto aditivo. Para ello, se combinan las perspectivas electrodinámica y electrostática.
- El átomo es un concepto y una forma de materia en la que las energías de enlace de los electrones indican numéricamente el potencial de interacción con el entorno. Al mismo tiempo, los posibles procesos de interacción están vinculados a un enfoque descriptivo aditivo-espacial.

Los alumnos describieron a menudo estas formulaciones como «realmente fundamentales» o «realmente filosóficas» y, por lo tanto, las distinguieron de los enfoques «populares» que habían encontrado en otros lugares.

Aspectos químicos

En la asignatura de química, el progreso de los cursos también se registra en una publicación separada (Rohde 2025) y, por lo tanto, no se presenta en detalle aquí.

Al principio se repartió una cita de Hans Primas (véase más abajo), con el anuncio de que se debatiría al final sobre la base de lo que se había tratado en la sección de química. A continuación, se resumieron brevemente las diferencias entre el enfoque químico y el físico de la materia. Como primer requisito previo del concepto atómico, se determinó mediante experimentos la importancia de examinar el agua con la ayuda de balanzas de precisión y de utilizar mediciones estandarizadas y normalizadas. Se hizo hincapié en el concepto de los elementos químicos y sus reacciones en proporciones constantes y múltiples. A continuación, se discutió la relación entre la masa y el volumen. A esto le siguieron las reacciones en la serie redox de los metales, las diferencias de tensión eléctrica resultantes y su uso en experimentos electrolíticos.

La discusión del teorema de Avogadro, la introducción a los métodos para determinar el número de Avogadro y el recurso al hidrógeno condujeron al protón localizado en el contexto de la formación del agua. El electrón como carga elemental negativa, el experimento de la lámina de oro de Rutherford y los modelos orbitales actuales mostraron las intersecciones con la física.

Al final, se debatió la cita de Primas mencionada anteriormente: «No es correcto decir que el mundo material está compuesto por electrones, protones, átomos y moléculas. Pero sí es correcto decir: los aspectos moleculares del mundo material pueden describirse muy bien con los términos electrón, protón, átomo y molécula» (Primas 2004, p. 13). Una pregunta clave era qué significaba para el pensamiento de los alumnos si, a diferencia de Primas, asumían que la materia estaba compuesta por bloques de construcción mínimos. Otra pregunta clave era qué conexión veían entre el concepto de átomo y su imagen de sí mismos como individuos, ya que ambas palabras, átomo e individuo, se refieren a una entidad indivisible. Según los alumnos, estos debates fueron fructíferos y muy estimulantes.

Perspectivas

Revisión con los participantes

Los comentarios de los participantes se referían tanto a aspectos organizativos como a aspectos relacionados con el contenido del curso en sí. Muchos de los aspectos organizativos se han incorporado a la lista de verificación que se encuentra en el apéndice de este documento.

En cuanto al contenido del curso, los alumnos hicieron hincapié en que era necesario disponer de material complementario para poder suplir las lagunas causadas por las ausencias. El carácter filosófico natural del curso requiere bibliografía específica. Aprovecharemos esta oportunidad para crear bibliografía bilingüe adecuada (alemán e inglés) (Rohde 2025; Sommer 2025).

Nos hemos decantado por una versión bilingüe con el fin de mantener abierta la posibilidad de ofrecer en el futuro un curso equivalente en inglés en un campus de secundaria superior en línea más allá de las fronteras nacionales. A juzgar por las reacciones de nuestros alumnos, esto sin duda tendría una acogida

positiva debido al carácter internacional de la enseñanza y el aprendizaje en la escuela. Nos parece realista un curso que se imparta una vez a la semana, en parte para facilitar los solapamientos necesarios en los horarios de las escuelas participantes.

Además, la versión bilingüe de un libro que acompañe al curso sería una oferta atractiva para los alumnos superdotados, ya que podrían ampliar sus conocimientos lingüísticos al mismo tiempo. Para nosotros, también sería concebible añadir otros elementos, como los propuestos por Klaus Oehmann y Patrick Blumschein (2020, p. 200 y ss.) para el aprendizaje y la enseñanza híbridos y debatidos desde la década de 2000 bajo el término «aprendizaje mixto».

Por último, los participantes acogieron con especial satisfacción el hecho de que, tras semanas de reuniones digitales, la última unidad didáctica para todos los participantes se llevara a cabo de forma presencial. Esto permitió que todos se vieran en persona al menos una vez. Esto podría suponer un reto interesante para un proyecto transnacional, ya que daría lugar a viajes más largos, lo que a su vez sería adecuado para realizar interesantes actividades de seguimiento.

El formato híbrido de enseñanza-aprendizaje sirvió así como puerta de entrada a una forma específica de aprendizaje global.

Interés compartido entre profesores y alumnos

Como se ha mencionado anteriormente, las clases de química en Marburgo se impartieron de forma presencial y en Kassel de forma online. El profesor supervisor en Kassel, Wilfried Sommer, tenía formación en física y conocimientos sólidos, aunque no profundos, de química. Tomó notas en una pizarra situada a la izquierda de la pantalla en la que se retransmitía el curso desde Marburgo.

Al observar cómo estas notas estructuradas de «su» profesor coincidían con la presentación de Dirk Rohde, el profesor de Marburgo, los alumnos de Kassel no solo tenían ante sí un ejemplo de aprendizaje universitario, sino que también experimentaban cómo «su» profesor encontraba junto a ellos una forma de acceder al contenido químico y, por lo tanto, lo aprendía él mismo. Fue este interés compartido tanto por el profesor como por los alumnos lo que constituyó el núcleo del aprendizaje en el aula y configuró el ambiente de aprendizaje.

Consideramos que este interés compartido es una perspectiva importante a la hora de pensar en el diseño futuro de un campus de secundaria superior en línea: ¿no podrían profesores y alumnos trabajar juntos en clases optativas para desarrollar puntos de vista que sitúen los contenidos escolares en nuevos contextos? ¿En contextos que estimulen perspectivas para una «nueva Ilustración» o para procesos de transformación socioecológica en el sentido más amplio? Esto también sería una forma innovadora de formación continua para los profesores.

¿Deberíamos compartir intereses una vez a la semana en clases optativas orientadas al futuro? ¿Y en un momento del día en el que los participantes de varias zonas horarias puedan reunirse al mismo tiempo?

Consideramos que el plan de estudios de la escuela Waldorf tiene el potencial de integrar enfoques puramente reduccionistas, que dominan muchos formatos de examen, en contextos que no se abordan de forma puramente reduccionista. De esta manera, esperamos trabajar para formar juicios de forma dialógica.

Nos parece ilusorio cambiar los formatos de los exámenes a corto plazo. Por otro lado, nos parece realista ofrecer contextos que amplíen la perspectiva a través de clases optativas. Para las clases sobre el átomo, también es concebible acortar ligeramente las clases principales de química y física en el 11.º curso y ofrecer una clase principal interdisciplinaria sobre el átomo en la o las dos semanas ganadas como resultado. Como clase híbrida, este periodo sobre el átomo tendría lugar idealmente antes de las vacaciones de Navidad, que comienzan al mismo tiempo en todas partes, garantizando así la necesaria coincidencia de los horarios de clase. Para nosotros, estos son los primeros pasos adicionales que nos gustaría dar. Si está interesado, póngase en contacto con nosotros, ¡estaremos encantados de compartir nuestras experiencias!

Apéndice: Lista de verificación organizativa

- Todos los profesores que participen de alguna manera en el proyecto deben ser informados con suficiente antelación de todas las consecuencias organizativas, que deben ser discutidas a fondo con ellos.
- Los horarios de enseñanza superpuestos entre las escuelas participantes deben determinarse con antelación y con precisión.
- Las ausencias previsibles a las clases, por ejemplo, debido a proyectos escolares, deben comunicarse con la mayor antelación posible y deben identificarse y planificarse soluciones alternativas.
- Cada grupo de alumnos debe ser supervisado por un profesional competente. Deben garantizarse las sustituciones por enfermedad.
- Se recomienda encarecidamente impartir clases optativas que cumplan los requisitos del curso, ya que la carga lectiva obligatoria en el nivel secundario superior es demasiado elevada para impartir clases totalmente voluntarias. El contenido y el nivel de exigencia, incluidos los conocimientos previos necesarios, deben describirse detalladamente con antelación a los interesados, para que puedan evaluar si el curso es adecuado para ellos.
- Los requisitos del curso y la calificación deben determinarse con antelación con todos los profesores responsables y comunicarse a los alumnos.
- Debe preverse tiempo suficiente para todos los aspectos técnicos de la enseñanza híbrida. La organización de las aulas, los materiales y los requisitos técnicos necesarios requiere mucho tiempo en muchos aspectos. Además de los experimentos de demostración, también deben preverse oportunidades para que los alumnos realicen experimentos.

Bibliografía

- Feigl, E. (2022): Vom Homo hapticus zum Homo digitus. Wie kann professionelle Weiterbildung auch in Zeiten der Digitalisierung berühren? En: Egger, R., Witzel, S. (eds.): *Hybrid, flexibel und vernetzt?* Springer VS, Wiesbaden.
- Heitmann, A., Michel, A. (2022): *Hybride Meetings*. Haufe: Friburgo.
- Krommer, A., Wampfler, P. (2021): Distanzlernen, didaktische Schieberegler und zeitgemäßes Lernen. En: Klee, W., Wampfler, P. & Krommer, A. (eds.): *Hybrides Lernen. Zur Theorie und Praxis von Präsenz- und Distanzlernen*. Beltz, Weinheim.
- Kühl, J. (2018): *Was ist ein Elektron? Versuch eines Zugangs zur Quantenphysik. Elemente der Naturwissenschaft*, 109, pp. 5-35.
- Oehmann, K., Blumschein, P. (2020): Diseñar el aprendizaje híbrido con tareas de aprendizaje: repensar la enseñanza. En: Kantereit, T. (ed.): *Enseñanza híbrida 101. Una guía sobre el aprendizaje combinado para futuros docentes*. Visual Ink Publishing, Dornstadt.
- Østergaard, E., Dahlin, B. y Hugo, A. (2008): Hacer fenomenología en la enseñanza de las ciencias: una revisión de la investigación. *Estudios en enseñanza de las ciencias*, 44/2, págs. 93-121.
- Primas, H. (2004): *¿Existen realmente las moléculas? Notas para una conferencia en el coloquio navideño del programa de posgrado 850*, Universidad de Heidelberg, 13 de diciembre de 2004.
- Rohde, D. (2003): *¿Qué significa una enseñanza «viva»? La vela de Faraday y la metamorfosis vegetal de Goethe en una escuela Waldorf libre*. Tectum: Marburgo.
- Rohde, D. (2022): *Las escuelas Waldorf y el examen estatal de acceso a la universidad. Un estudio comparativo tomando como ejemplo la asignatura de Biología en Hesse*. Beltz Juventa: Weinheim.
- Rohde, D. (2025): *La química en las escuelas Waldorf. La enseñanza de la química desde la perspectiva de los procesos*. Centro de Investigación Pedagógica: Stuttgart.
- Rozumek, M., Kolisko, E. (2012): *Química sin hipótesis*. Editorial am Goetheanum: Dornach.
- Salchegger, S., Wallner-Paschon, C. y Bertsch, C. (2021): Explicación de la alta motivación de los alumnos Waldorf, pero con un rendimiento moderado en ciencias: ¿es la clave la enseñanza de las ciencias basada en la investigación? *Large-scale Assess Educ* 9, 14, p. 23 y ss.
- Sommer, W. (2016): Zur Rolle der Allgemeinen Didaktik in der Waldorfpädagogik. En: Schieren, J. (ed.): *Handbuch Waldorfpädagogik und Erziehungswissenschaft. Standortbestimmung und Perspektiven*. Beltz Juventa: Weinheim.
- Sommer, W. (2018): Fachdidaktische Beiträge – Physik. En: Sigler, S., Sommer, W. y Zech, M. (eds.): *Handbuch Oberstufenunterricht an Waldorfschulen*. Beltz Juventa: Weinheim.
- Sommer, W. (2020): *Física en las escuelas Waldorf. Enseñar física de forma fenomenológica*. Centro de Investigación Pedagógica: Stuttgart.
- Sommer, W. (2022): ¡Los mejores para todos! Debate en línea sobre la revista +3 del Süddeutsche Zeitung, 84, 25. 2.2022.
- Sommer, W. (2023): Enfoques pedagógicos en la educación Waldorf. En: Schieren, Jost (ed.): *Manual de investigación sobre la educación Waldorf*. Routledge: Nueva York y Londres.
- Sommer, W. (2025): *Kontexte zum Atom – Wechselbezüge von Stoff und Form. Eine phänomenologische Position. El átomo en contexto: interrelaciones entre sustancia y forma. Un enfoque fenomenológico*. Pädagogische Forschungsstelle: Stuttgart.
- Wallner-Paschon, C. (2009): Competencias y individuales Merkmale der Waldorfschüler/innen im Vergleich. En: Schreiner, C., Schwantner, U. (eds.): *PISA 2006. Informe de expertos austriacos sobre el enfoque en las ciencias naturales* (págs. 387-400). Leykam Buchverlagsgesellschaft: Graz. <https://www.iqs.gv.at/downloads/internationale-studien/pisa/pisa-2006> (última consulta: 26/08/2024)
- Willaschek, M. (2024): *Kant. Die Revolution des Denkens*. 3.^a edición. Beck: Múnich.